



# 权 利 要 求 书

---

1. 一种薄膜形成装置具有：

保持一定真空度的真空室；

设置在该真空室内的基板；

蒸气发生源，该蒸气发生源由与该基板相对设置、并向该基板喷出蒸镀物质蒸气而使之产生蒸镀物质结团粒子的坩埚，加热该坩埚的加热用线圈，隔绝由加热用线圈发出热量的绝热板构成；

使部分所述结团粒子电离的电离装置；和

赋予由该电离装置电离的结团粒子与未被电离的蒸镀物质结团粒子或蒸气以动能使其向所述基板碰撞的加速装置，

其特征在于还具有，

除去由所述电离装置电离的结团粒子中较小尺度的结团粒子的过滤装置。

2. 如权利要求 1 所述的薄膜形成装置，其特征在于所述加速装置是由正偏置的加速电极和相对该加速电极成负偏置的引出电极，以及接地的接地电极构成。

## 薄膜形成装置

本发明涉及薄膜形成装置，特别涉及通过结团离子束(クラスター-イオンビ-ム) 蒸镀法(ICB 法) 蒸镀形成高质量薄膜的薄膜形成装置。

图 3, 为特公昭 54—9592 公报中揭示的已有薄膜形成装置的结构示意图。薄膜形成装置, 具有保持一定真空度的真空室 1, 用来排气至真空状态的真空排气系统 2 与真空室 1 相连接。

而在真空室 1 内, 设置着喷出蒸镀物质的蒸气而使之产生蒸镀物质结团粒子(クラスター-)的坩埚 3, 在坩埚 3 的上部设有喷口 4。

进一步, 坩埚 3 内充填着蒸镀物质 5, 并在坩埚 3 上敷设有用于加热的线圈 6。

而且, 在线圈 6 的外侧, 配置着隔绝加热用线圈 6 发出的热量的绝热板 7, 由坩埚 3、加热用线圈 6 以及绝热板 7 构成蒸气发生源 9。

另外, 8 所表示的, 为蒸镀物质从设在坩埚 3 的上方的喷口 4 喷出后形成的结团粒子(团状原子团)。

此外, 在坩埚 3 的上方设置着放出电子束的电离线圈 10, 并在电离线圈 10 内侧配置着从电离线圈 10 引出并加速电子用的电子束引出电极 11。

进一步, 在电离线圈 10 外侧, 配置着隔绝电离线圈 10 发出的热量的绝热板 12, 由电离线圈 10、电子束引出电极 11 以及绝热板 12 构成电离装置 13。

又, 在电离装置 13 的上方, 设置着加速电极 15a 与接地电极 15b, 构成通过电场来加速由电离装置 13 电离了的电离的结团粒子

14、提供其动能的加速装置，在加速电极 15a 与接地电极 15b 的上方，设置着其表面将形成薄膜的基板 16。

然后，所述加热用线圈 6 上连接着第一交流电源 17，并且还连接着使坩埚 3 的电位相对于加热用线圈 6 成正偏置的第一直流电源 18。

进一步，所述电离线圈 10 上连接着第二交流电源 19，并且还连接着相对于电子束引出电极 11 成负偏置的第二直流电源 20。

又，坩埚 3、电子束引出电极 11 以及加速电极 15a 上连接着相对于接地电极 15b 成正偏置的第三直流电源 21，第一交流电源 17、第一直流电源 18、第二交流电源 19 以及第二直流电源 20 收容于电源装置 22 中。

下面就其运行进行说明。

真空室 1 由真空排气系统 2 排气至  $10^{-6}$  Torr 量级的真空度。

接着，通过第一直流电源 18 所加的电场将从加热用线圈 6 放出的电子引出，并使所引出的电子在坩埚 3 处相互碰撞，将坩埚 3 内的蒸气压加热至数 Torr。

通过该加热，坩埚 3 内的蒸镀物质 5 蒸发，从喷口 4 向真空室 1 中喷射。

该蒸镀物质 5 的蒸气，经过喷口 4 时，经绝热膨胀骤然冷却而凝聚，形成被称作结团粒子 8 的团状原子团。

接着，第二直流电源 20，使由第二交流电源 19 加热的电离线圈 10 相对于电子束引出电极 11 成负的偏置，由电离线圈 10 放出的热电子被引至电子束引出电极 11 内。

于是，由于电离线圈 10 所放出的电子束，结团粒子 8 的一部分被电离，从而形成电离的结团粒子 14。

进一步，第三直流电源 21，使坩埚 3、电子束引出电极 11 以及加速电极 15a 以相对于处在接地电位的接地电极 15b 成正的偏置，

通过加速电极 15a 与接地电极 15b 之间所形成的电场透镜，电离的结团粒子 14 和未电离的中性结团粒子 8 一起受到加速控制，在基板 16 表面上碰撞而形成薄膜。

对于如上述构成的已有薄膜形成装置，为了通过控制包括电离的结团粒子 14 在内的结团粒子动能而对所形成的薄膜性质进行控制，形成均匀的薄膜，有必要减小构成与基板 16 表面碰撞的电离的结团粒子 14 的那些原子的动能的离散性，同时还有必要通过调节由第三直流电源 21 所加的加速电压，而使与基板 16 碰撞的电离的结团粒子 14 的数定恒定。

然而，如果结团粒子的大小存在离散性，则基板 16 表面碰撞的原子的动能也离散。

例如，如果第三直流电源 21 上加 600V 的电压来加速电离的结团粒子 14，则由 2 个原子组成的电离的结团粒子 14 的（每个）原子以 300V 的能量与基板 16 碰撞，由 3 个，4 个以及 5 个原子组成的电离的结团粒子 14 的（每个）原子分别以 200V, 150V 以及 120V 的能量与基板 16 碰撞。

另外，原子被电离后是以 600V 的动能进行加速。

这样，就存在构成入射到基板 16 的结团粒子的原子的动能不同，就不能形成均匀的薄膜这样的问题。

而且，还存在，当小的电离的结团粒子以及原子被电离而与基板 16 碰撞时，因碰撞时的动能太而使基板受到损伤这样的问题。

一方面，如加速电压变化，则所引出的电离的结团粒子的数量也变化，根据 Child — Langmuir 的定律，其离子数量与加速电压的 1.5 次方成正比。

因而，当利用加速电压来控制薄膜的性质，特别减小加速电压时，到达基板的电离的结团粒子数量将变得非常少，而存在不能形成充分发挥电离的结团粒子特性的高质量薄膜这样的问题。

而且,当加速电压接近 0 V 时,从电离线圈 10 飞出的电子开始入射到基板 16 上,存在基板因此而损伤的问题。

本发明,就是为解决上述问题而进行的,其目的在于提供,能去除与每个构成原子相当的、能量大的、小尺度的电离的结团粒子,同时减小构成与基板碰撞的电离的结团粒子的那些原子的动能的离散性,控制其动能从而对基板无损伤,并且即使改变加速电压也能将规定数量的电离的结团粒子照射到基板上,形成高质量且均质薄膜的薄膜形成装置。

本发明的薄膜形成装置,其特征在于具有,保持一定真空度的真空室;设置在该真空室内的基板;蒸气发生源,该蒸气发生源由与该基板相对设置、并向该基板喷出蒸镀物质蒸气而使之产生蒸镀物质结团粒子的坩埚,加热该坩埚的加热用线圈,隔绝由加热用线圈发出热量的绝热板构成;使部分所述结团粒子电离的电离装置;赋予由该电离装置电离的结团粒子与未被电离的蒸镀物质结团粒子或蒸气以动能使其向所述基板碰撞的加速装置;和除去由所述电离装置电离的结团粒子中较小尺度的结团粒子的过滤装置。

此外,所述加速装置也可以是由正偏置的加速电极、以及相对该加速电极成负偏置的引出电极,以及接地的接地电极构成。

本发明的薄膜形成装置,是将真空室保持一定的真空度,基板设置在该真空室内,从与该基板相对设置、由加热用线圈加热的坩埚,向基板喷出蒸镀物质蒸气而产生蒸镀物质的结团粒子,通过绝热板隔绝由加热用线圈发出的热量,通过电离装置使结团粒子部分电离,由加速装置提供由该电离装置电离的结团粒子和未被电离的蒸镀物质结团粒子或蒸气动能并使之向基板碰撞,此时由过滤装置将由电离装置电离的结团粒子中较小尺度的结团粒子除去。

图 1 为示出本发明第一个实施例的薄膜形成装置的侧面剖面图。

图 2 为示出本发明第二个实施例的薄膜形成装置的侧面剖面图。

图 3 为示出已有的薄膜形成装置的侧面剖面图。

图中, 1 为真空室, 3 为坩埚, 6 为加热用线圈, 7 为绝热板, 9 为蒸气发生源, 13 为电离装置, 15a 为加速电极, 15b 为接地电极, 16 为基板, 30 为过滤装置, 30a 为引出电极。

另外, 图中同一符号所示部分相同。

就附图说明本发明的一个实施例如下:

薄膜形成装置, 具有保持一定真空度的真空室 1, 将真空室 1 抽排至真空的真空排气系统 2 与真空室 1 相连接。

而在真空室 1 内, 设置着喷出蒸镀物质蒸气而使之发生蒸镀物质的结团粒子的坩埚 3, 并在坩埚 3 的上部设有喷口 4。

坩埚 3 内充填着蒸镀物质 5, 并在坩埚 3 周围敷设了加热用的线圈 6。

在线圈 6 的外侧, 配置着隔绝加热用线圈 6 发出的热量的绝热板 7, 而由坩埚 3、加热用的线圈 6 以及绝热板 7 构成蒸气发生源 9。

8 所表示的, 为蒸镀物质从坩埚 3 上方的喷口 4 喷出后而形成的结团粒子(团状原子团)。

在坩埚 3 的上方设置着放出电子束的电离线圈 10, 并在电离线圈 10 内侧设置着从电离线圈 10 引出和加速电子的电子束引出电极 11。

在电离线圈 10 外侧, 配置着隔绝电离线圈 10 发出的热量的绝热板 12, 而由电离线圈 10、电子束引出电极 11 以及绝热板 12 构成电离装置。

在电离装置 13 的上方, 设置着由去除小尺度结团粒子的抵抗电极 31 构成的过滤装置 30, 高频电源 23 连接在抵抗电极 31 上,

加一高频电压。

在过滤装置的上方，设置着加速电极 15a 与接地电极 15b，上述加速电极是用于构成通过电场来加速由电离装置 13 电离的电离的结团粒子 14、提供其动能的加速装置，并在加速电极 15a 与接地电极 15b 的上方，设置着其表面上欲形成薄膜的基板 16。

在所述加热用的线圈 6 上连接有第一交流电源 17，并且还连接有使坩埚 3 的电位相对于加热用的线圈 6 成正偏置的第一直流电源 18。

在所述电离线圈 10 上连接有第二交流电源 19，并且还连接有相对于电子束引出电极 11 成负偏置的第二直流电源 20。

坩埚 3、电子束引出电极 11 以及加速电极 15a 上连接有相对于接地电极 15b 成正偏置的第三直流电源 21，并且第一交流电源 17、第一直流电源 18、第二交流电源 19、第二直流电源 20 以及高频电源 23 收容于电源装置 22 中。

接着说明本实施例的作用。

真空室 1 由真空排气系统 2 抽排到  $10^{-6}$  Torr 量级的真空度。

接着，通过第一直流电源 18 所加的电场将由加热用线圈 6 放出的电子引出，使所引出的电子在坩埚 3 处碰撞，加热直至坩埚 3 内的蒸气压至数 Torr 为止。

通过该加热，坩埚 3 内的蒸镀物质 5 蒸发，从喷口 4 向真空室 1 中喷射。

该蒸镀物质 5 的蒸气，经过喷口 4 时，经绝热膨胀骤然冷却而凝聚，形成被称作结团粒子 8 的团状原子团。

第二直流电源 20，使由第二交流电源 19 加热的电离线圈 10 相对电子束引出电极 11 成负的偏置，并将由电离线圈 10 放出的热电子引至电子束引出电极 11 内。

于是，通过由电离线圈 10 放出的电子束，结团粒子 8 部分被电



离，从而形成电离的结团粒子 14。

如在电离装置 13 的上方设置的抵抗电极 31 加高频电压，则使电离的结团粒子 14 因抵抗电极 31 而受到偏转。

此偏转量，由于是组成结团粒子的原子个数越小，偏转就越大，因此如果不断加大由高频电源 23 施加的高频电压，则单原子离子以及小的电离的结团粒子与抵抗电极 31 碰撞而被去除。

因此，通过调节高频电压的阈值，就有可能使一定尺度以下的电离的结团粒子 14 与抵抗电极 31 碰撞而去除。

例如，如在由 10 个以下原子组成的电离的结团粒子 14 被除去的状态下加 600V 加速电压，而进行成膜，则组成入射到基板上的电离的结团粒子的原子动能变为 60V 以下，另一方面如在调高所加电压的阈值而将由 60 个以下原子组成的电离的结团粒子 14 除去的状态下进行成膜，则原子的动能变为 10V 以下。

第三直流电源 21，给坩埚 3、电子束引出电极 11 以及加速电极 15a 以相对处于接地电位的接地电极 15b 成正的偏置，通过加速电极 15a 与接地电极 15b 之间所形成的电场透镜，使电离的结状粒子 14 和未电离的中性结团粒子 8 一起受到加速控制，在基板 16 表面上碰撞而形成薄膜。

另外，抵抗电极 31 上所加的高频电压只要是能使电离的结团粒子 14 偏转，则任何状态均可，例如也可以是脉冲状的，也可以固定不变地施加电压。

还有，对于上述实施例，是由加速电极 15a 与接地电极 15b 构成加速装置，但不限于此，如图 2 所示，加速装置也可以由正偏置的加速电极 15a，和相对该加速电极 15a 负偏置的引出电极 30a，和接地的接地电极 15b 构成。另外，24 是将引出电极 30a 相对于加速电极 15a 成负偏置的第四直流电源。

在这样的情况下，如在电离装置 13 上方设置的加速电极 15a

与引出电极 30a 之间由第四直流电源 24 施加电压，则电离的结团粒子 14 由该电压加速，向基板 16 方向被引出。

此时，由于引出电极 30a 相对于接地电极 15b 成负偏置，所以被引出的电离的结团粒子 14 在此期间被减速，其结果等于是以相等于由第三直流电源 21 施加的加速电极 15a 与接地电极 15b 之间的电位差（加速电压）的动能入射到基板。

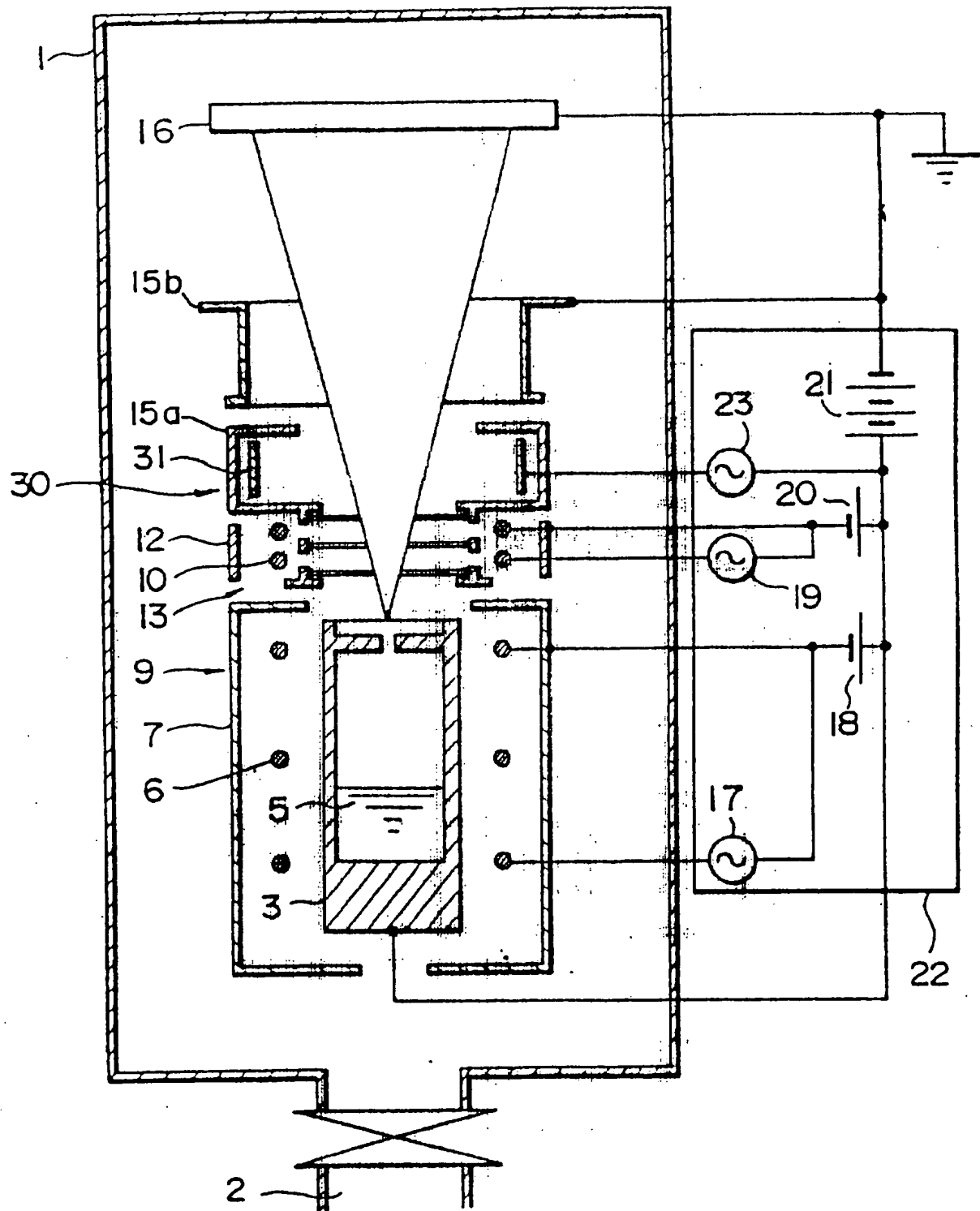
因而，如使加速电极 15a 与接地电极 15b 之间的电压为一定，则即使改变加速电压也能把能引出的电离的结团粒子的数量确保在规定所需水平以上，因而即使在小的加速电压情况下，也能形成充分发挥了电离的结团粒子特性的薄膜。

例如，拟取加速电压为 500V 时，引出电极可为 -2500V，而拟取加速电压为 50V 时，引出电极可为 -2950V，另外，接地电极为 0 V。

由于引出电极 30a 相对于接地的基板 16 通常成负偏置，因而具有抑制从电离线圈 10 飞出的电子入射到基板 16 的效果。

如上所述，由于本发明的结构是通过过滤装置将小尺度的电离的结团粒子除去，故能减小组成与基板碰撞的结团粒子的原子动能的离散差别，以形成高质量的薄膜，而且有可能通过改变组成结团粒子的原子的动能来控制薄膜的特性。

进一步，由正偏置的加速电极，和相对于该加速电极成负偏置的引出电极，和接地的接地电极构成加速装置，即使小的加速电压也能照射需要水平的电离的结团粒子而形成薄膜，抑制电子入射到基板上，能防止造成基板上损伤。



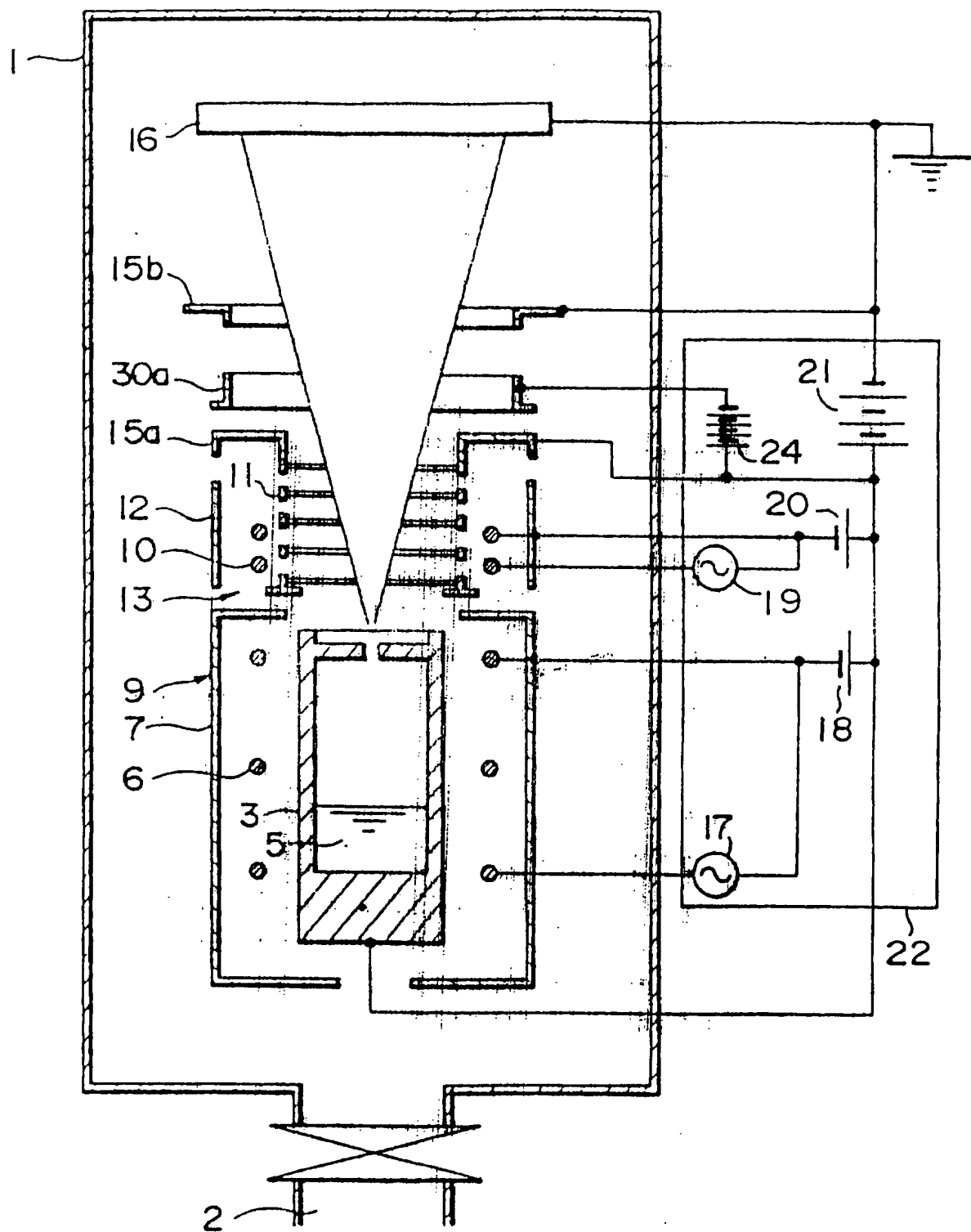


图 2

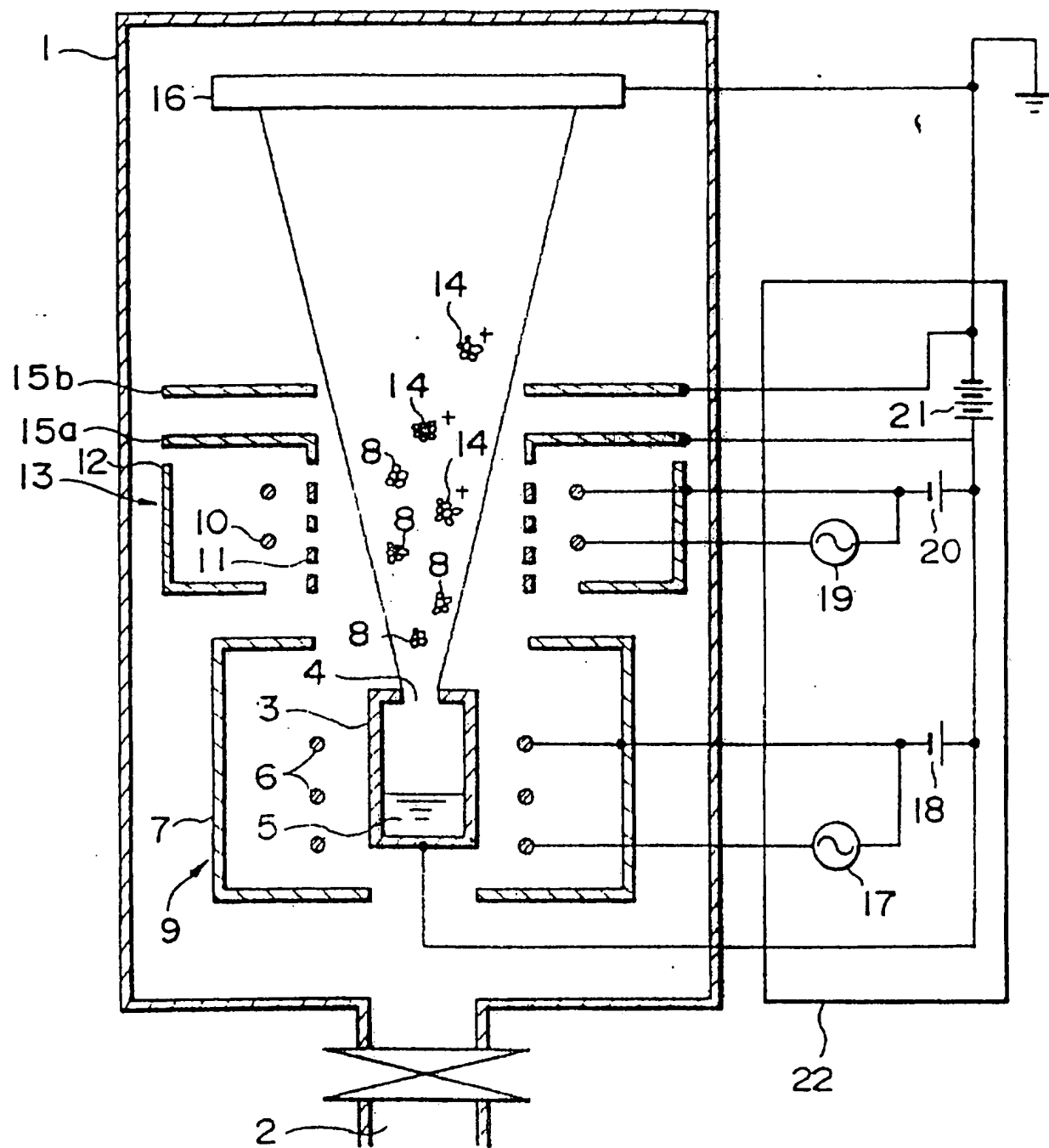


图3